

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 27720090153634

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

博 士 学 位 论 文

# 基于高频数据信息的波动率建模及其应用研究

Volatility Modeling and Applications Based on High  
Frequency Data Information

左 浩 苗

指导教师姓名: 洪永淼、郑挺国、林 明

专 业 名 称: 金 融 学

论文提交日期:

论文答辩时间:

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于     年     月     日解密，解密后适用上述授权。

（        ） 2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年     月     日

厦门大学博硕士论文摘要库

## 摘要

波动率的建模一直是金融学的核心问题之一，并在风险管理、资产定价和期权定价等领域有广泛的应用。而亚洲金融危机以及次贷危机以来，金融市场之间风险传染更使得波动溢出效应的研究得到很大关注。与传统的基于日度收益率对波动率的建模不同，本文重点关注了利用高频数据信息的对日度波动率建模、对主要股票市场指数之间日度的波动溢出效应的刻画、对沪深300股指期货日内波动率建模以及对沪深300股指期货与现货市场之间的波动溢出效应的分析等问题。

首先，为了刻画日度已实现波动率的结构突变特征，本文提出了一种新的基于已实现波动率的马尔科夫区制转移随机波动率模型。该方法利用了已实现波动率的精度优势，并能够内生识别波动在高低波动区制之间的变化。随后，给出了对这一存在马尔科夫区制转移的状态空间模型的估计方法，并通过模拟方法验证了在波动率估计中的优势。而对美国、日本、德国、香港和中国大陆等市场股指的实证分析表明该模型能够很好地刻画波动率在金融危机和平稳时期的区制变化。

其次，本文首次将马尔科夫区制转移格兰杰因果检验方法引入到波动溢出的研究中来，解决了已往类似研究存在的需要人为划分危机区间或者选择滚动窗口长度的问题，通过潜在的马尔科夫过程以数据驱动的方法揭示存在单向、双向或者不存在格兰杰因果关系的区间，为波动溢出效应提供一个时变的描述。基于美国、日本、德国、中国香港、中国大陆五个市场1996年1月到2012年9月的日度已实现波动率的数据，发现在金融危机期间，特别是在亚洲金融危机、次贷危机以及欧债危机期间，更容易出现双向的溢出关系。发达经济体之间存在明显的溢出关系，而中国大陆市场与发达经济体之间的联系主要集中在次贷危机期间。

再次，本文以沪深300股指期货的高频数据交易数据以及限价指令簿数据作为研究对象，首次利用已实现核方法得到沪深300股指期货日内5分钟波动率的估计，以及日内交易量、流动性等指标。随后，首次系统探讨了交易量、流动性指标，在日内频率与波动率的关系，并与金融理论和国外实证研究进行了比较分析。在此基础上，提出了引入了交易量和流动性指标的日内随机波动率模型这一新的建模方式，发现能够明显地改进样本外预测效果。

最后，本文基于已实现核函数的方法计算得到的股指期货和现货5分钟的日

内波动率数据，构建一种新的能够反映当天的波动溢出状况的波动溢出指数，避免以往研究只能得到样本内平均波动溢出效应的问题。随后，利用交易量、流动性等指标探讨波动溢出指数的影响因素。实证结果表明，期货市场的波动份额上升会更多溢出到现货市场，而期货市场报价深度的提高、报量波动率的上升、价格冲击指标的下降反映的流动性的提高会降低波动溢出效应。这表明有关部门应当积极关注股指期货的跨市场影响，并通过引入更多合约、降低交易门槛、改善交易机制等方式促进市场流动性的提高，降低风险的溢出效应，促进市场的稳定健康发展。

**关键词：**波动率建模，高频数据，Markov 区制转移，沪深300股指期货，波动溢出



## Abstract

Volatility modeling has always been a central issue of Finance, and is widely applied in risk management, asset pricing and option pricing, etc. Moreover, since the East Asia crisis and the subprime mortgage crisis, the spillover of risk among financial markets makes the study of volatility spillover effect much more popular. In contrast to traditional volatility modeling methods based on daily return, this thesis emphasizes the volatility modeling methods using high frequency data information in modeling daily volatility, capturing the the daily volatility spillover effect among major stock indices, modeling the intraday volatility of CSI 300 stock index futures, and investigating the volatility spillover effect among the CSI 300 stock index futures and indices.

First, in order to capture the structural breaks of daily realized volatility series, this thesis proposes a new Markov switching stochastic volatility model based on realized volatility. This method utilizes the informational advantage of realized volatility and can identify the changes between high and low volatility regime endogenously. Afterwards, the estimation method for this state space model with Markov switching is provided and its advantage in volatility estimation is illustrated through simulation. The empirical study using indices volatility of U.S., Japan, Germany, Hong Kong and mainland China shows that this model can capture the regimes shifts of volatility during financial crisis or normal periods.

Second, this thesis firstly introduces the Markov switching Granger causality method into the study of volatility spillover effect, and avoids the issues of arbitrarily splitting the sample or choosing the length of rolling windows in previous studies. Based on the pattern of the regions of one-way, two-way or no Granger causality relationship through data driven underlying Markov process, this method can provide a time-varying description of the spillover effect. Using daily realized volatility series of U.S., Japan, Germany, Hong Kong and mainland China from January 1996 to September 2012, the empirical result finds that during periods of financial crisis, especially during Asian crisis, subprime mortgage crisis and European sovereign bond crisis, it is more likely to have two-way influence. There exists obvious spillover effects among developed economies, whereas the link between mainland China and the developed economies is mainly focused on subprime mortgage crisis period.

Third, using the high frequency trading and limit order book data of CSI 300 index futures, this thesis firstly utilizes the realized kernel method to obtain estimation of five minutes intraday volatility, and intraday volume and liquidity measures. Afterwards,

this thesis firstly systematically investigates the intraday relationship between volatility and volume or liquidity measure, and makes comparison between financial theories and empirical study of other markets. Based on those efforts, a new intraday stochastic volatility modeling method using volume or liquidity measures is introduced, and it is proven to have superior out-of-sample forecasting performance.

Last, based on the intraday five minutes volatility measure through realized kernel method, this thesis develops a new volatility spillover index reflecting daily spillover conditions, and avoid the limitation of average spillover effect of the sample in past studies. Afterwards, this thesis investigates the determinants of volatility spillover index using volume or liquidity. The empirical study demonstrates that the rising of volatility share of futures market is more likely to spill over to cash market, and the improvement of liquidity, reflecting by increasing depth, rising depth volatility and the deceasing of price impact measure, is more likely to lower the spillover effect. This suggests that the authorities may pay special attention to the cross-market impact of stock index futures, and may introduce more contracts, lower trading barrier, improve the trading mechanism to enhance the liquidity, lower the spillover effect and promote the stable, and healthy development of the market.

**Key Words:** Volatility modeling, high frequency data, Markov switching, CSI 300 index futures, volatility spillover

# 目 录

摘要 .....	I
Abstract .....	III
第一章 导论 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究问题、意义和创新.....	3
1.2.1 研究问题 .....	3
1.2.2 研究意义 .....	5
1.2.3 创新之处 .....	6
1.3 文章结构 .....	7
第二章 基于数据信息角度对波动率模型的回顾.....	11
2.1 数据信息的含义及分类.....	11
2.2 基于收益率数据信息的波动率文献回顾 .....	11
2.2.1 基于收益率的GARCH类模型.....	11
2.2.2 基于收益率的随机波动率模型 .....	12
2.2.3 基于收益率的波动溢出研究.....	12
2.3 基于极差数据信息的波动率文献回顾.....	13
2.3.1 极差指标的构建.....	13
2.3.2 基于极差的波动率建模方法.....	14

2.3.3 基于极差的波动溢出研究 .....	14
<b>2.4 基于高频数据信息的波动率文献回顾.....</b>	<b>15</b>
2.4.1 基于高频数据信息的已实现波动率方法.....	15
2.4.2 基于高频数据信息的日度波动率建模方法 .....	16
2.4.3 基于高频数据信息的日度波动溢出研究.....	17
2.4.4 基于高频数据信息的日内波动率建模方法 .....	18
2.4.5 引入交易量或者限价指令簿信息对波动建模研究 .....	18
2.4.6 基于高频数据信息的日内波动溢出研究.....	19
 <b>第三章 基于已实现波动率的马尔科夫区制转移随机波动率</b>	
<b>模型研究 .....</b>	<b>20</b>
3.1 研究动机 .....	20
3.2 模型设定及估计方法 .....	21
3.2.1 基于收益率的随机波动率模型 .....	21
3.2.2 基于极差的随机波动率模型.....	21
3.2.3 基于已实现波动率的随机波动率模型 .....	22
3.2.4 基于已实现波动率的马尔科夫区制转移随机波动率模型.....	22
3.3 模拟结果 .....	25
3.3.1 模拟设定 .....	25
3.3.2 模拟结果 .....	26
3.3.3 不同波动率估计方法的比较.....	27

3.4 实证结果及分析 .....	30
3.4.1 数据 .....	30
3.4.2 估计结果 .....	32
3.5 本章小结 .....	36
 第四章 时变的波动溢出效应：基于马尔科夫区制转移格兰 杰因果关系模型的研究 .....	 39
4.1 研究动机 .....	39
4.2 模型设定及估计 .....	40
4.3 数据 .....	43
4.4 实证结果及分析 .....	46
4.4.1 马尔科夫区制转移因果关系模型的估计结果 .....	46
4.4.2 马尔科夫区制转移因果关系检验结果 .....	57
4.4.3 时变的波动溢出效应 .....	58
4.5 本章小结 .....	69
 第五章 沪深300股指期货日内波动率建模及其与交易量、流 动性等指标的关系研究 .....	 70
5.1 研究动机 .....	70
5.2 日内波动率和流动性指标 .....	72
5.2.1 日内高频波动率的计算 .....	72
5.2.2 日内流动性指标的构建 .....	73

5.2.3 日内周期性的处理 .....	76
<b>5.3 交易量与流动性指标在波动率建模中的应用 .....</b>	<b>77</b>
5.3.1 利用回归方法探讨交易量与流动性指标在波动率建模中的应用...	77
5.3.2 样本外预测效果 .....	77
5.3.3 引入交易量和流动性等指标的日内随机波动率模型 .....	78
<b>5.4 数据及描述性统计 .....</b>	<b>81</b>
<b>5.5 实证结果及分析 .....</b>	<b>81</b>
5.5.1 日内周期性 .....	81
5.5.2 交易量和流动性指标与日内波动率的样本内回归结果 .....	87
5.5.3 交易量和流动性等指标在日内波动率样本外预测中的应用：回 归方法 .....	91
5.5.4 引入交易量和流动性指标的日内随机波动率模型估计结果 .....	95
5.5.5 引入交易量和流动性等指标的随机波动率模型在日内波动率预 测中的应用 .....	98
<b>5.6 本章小结 .....</b>	<b>102</b>
<b>第六章 沪深300股指期货和现货市场的日内波动溢出及其影 响因素研究 .....</b>	<b>103</b>
<b>6.1 研究动机 .....</b>	<b>103</b>
<b>6.2 研究方法 .....</b>	<b>105</b>
6.2.1 波动溢出指数 .....	105
6.2.2 波动溢出的影响因素 .....	106

<b>6.3 实证结果 .....</b>	<b>110</b>
6.3.1 数据及描述性统计分析.....	110
6.3.2 波动溢出指数的日度变化 .....	111
6.3.3 波动率、交易量以及流动性指标的日度变化.....	111
6.3.4 回归结果 .....	114
6.3.5 稳健性检验.....	121
<b>6.4 本章小结 .....</b>	<b>126</b>
<b>第七章 全文总结及研究展望 .....</b>	<b>127</b>
7.1 全文总结 .....	127
7.2 研究展望 .....	129
<b>攻读博士学位期间的研究成果 .....</b>	<b>157</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>161</b>

<b>Chapter One Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Research background . . . . .	1
1.2 Research question, importance and contribution . . . . .	3
1.2.1 Research question . . . . .	3
1.2.2 Research importance . . . . .	5
1.2.3 Research contribution . . . . .	6
1.3 Thesis structure . . . . .	7
<b>Chapter Two Review of volatility models based on data information</b>	<b>11</b>
2.1 The meaning and classification of data information . . . . .	11
2.2 Review of volatility models based on return data information . . . . .	11
2.2.1 Return based GARCH models . . . . .	11
2.2.2 Return based stochastic volatility models . . . . .	12
2.2.3 Return based study of volatility spillover effect . . . . .	12
2.3 Review of volatility models based on range data information . . . . .	13
2.3.1 The range measure . . . . .	13
2.3.2 Range based volatility models . . . . .	14
2.3.3 Range based study of volatility spillover effect . . . . .	14
2.4 Review of volatility models based on high frequency data information .	15
2.4.1 Realized volatility method based on high frequency data information . . . . .	15
2.4.2 Daily volatility models based on high frequency data information	16
2.4.3 Daily volatility spillover effect study based on high frequency data information . . . . .	17
2.4.4 Intraday volatility models based on high frequency data information . . . . .	18
2.4.5 Volatility models with volume or limit order book information .	18
2.4.6 Intraday volatility spillover study based on high frequency data information . . . . .	19



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库